

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-321689

(P2000-321689A)

(43)公開日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(51)Int.Cl.

G 0 3 B 42/02

識別記号

F I

G 0 3 B 42/02

キーワード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-134599

(22)出願日 平成11年5月14日(1999.5.14)

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 岩淵 康夫

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 田崎 誠二

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100074675

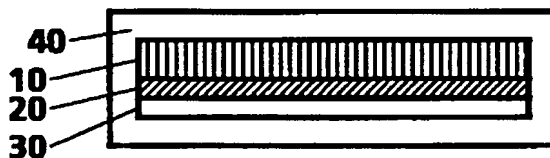
弁理士 柳川 泰男

(54)【発明の名称】 放射線画像検出装置

(57)【要約】

【課題】 高画質の放射線画像を与える放射線画像検出装置を提供する。

【解決手段】 放射線を可視光に変換する蛍光体スクリーンと、その片側表面に配置された二次元の光検出器とを有する放射線画像検出装置において、該蛍光体スクリーンが、そのスクリーンを平面方向に沿って細分区画する隔壁と、その隔壁で区画された蛍光体充填領域とからなり、そして蛍光体充填領域および隔壁の該可視光に対する散乱長がそれぞれ20~200 $\mu$ mおよび0.05~20 $\mu$ mであって、かつその比率が3.0以上であり、また蛍光体充填領域および隔壁の可視光(変換により発生する可視光)に対する吸収長がそれぞれ1000 $\mu$ m以上であることを特徴とする放射線画像検出装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射線を可視光に変換する蛍光体スクリーンと、該蛍光体スクリーンの片側表面に配置された二次元の光検出器とを有する放射線画像検出装置において、該蛍光体スクリーンが、そのスクリーンを平面方向に沿って細分区画する隔壁と該隔壁により区画された蛍光体充填領域とからなり、そして該蛍光体充填領域および該隔壁の該可視光に対する散乱長がそれぞれ20～200 $\mu$ mの範囲および0.05～20 $\mu$ mの範囲にあって、かつその比率が3.0以上であり、また該蛍光体充填領域および該隔壁の該可視光に対する吸収長がそれぞれ1000 $\mu$ m以上であることを特徴とする放射線画像検出装置。

【請求項2】 蛍光体スクリーンの蛍光体充填領域が少なくとも蛍光体と結合剤とからなる請求項1に記載の放射線画像検出装置。

【請求項3】 蛍光体スクリーンの蛍光体充填領域における蛍光体の体積比率が40～95%の範囲にあり、空隙の体積比率が0～20%の範囲にある請求項1もしくは2に記載の放射線画像検出装置。

【請求項4】 蛍光体スクリーンの隔壁が少なくとも低光吸収性微粒子と高分子物質とからなる請求項1乃至3のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項5】 蛍光体スクリーンの隔壁における低光吸収性微粒子の体積比率が30～90%の範囲にある請求項4に記載の放射線画像検出装置。

【請求項6】 低光吸収性微粒子の粒子径が0.01～5.0 $\mu$ mの範囲にある請求項4もしくは5に記載の放射線画像検出装置。

【請求項7】 低光吸収性微粒子がアルミナ微粒子である請求項4乃至6のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項8】 蛍光体スクリーンの隔壁が更に空隙を含む請求項4乃至7のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項9】 蛍光体スクリーンの隔壁における空隙の体積比率が10～70%の範囲にある請求項8に記載の放射線画像検出装置。

【請求項10】 低光吸収性微粒子と空隙との屈折率が1.1～3.0の範囲にある請求項8もしくは9に記載の放射線画像検出装置。

【請求項11】 蛍光体スクリーンの隔壁が更に蛍光体を含む請求項4乃至10のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項12】 蛍光体スクリーンの隔壁が更に可視光を吸収する物質を含む請求項4乃至11のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項13】 蛍光体スクリーンの厚さが50～1500 $\mu$ mの範囲にある請求項1乃至12のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項14】 光検出器が、フォトダイオードと薄膜トランジスタとの組合せからなる請求項1乃至13のうちのいずれかの項に記載の放射線画像検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放射線画像形成方法に用いられる蛍光体スクリーンと二次元光検出器との組合せからなる放射線画像検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、医療診断や物質の非破壊検査などに利用されているX線撮影等の放射線撮影では、放射線写真フィルムと放射線増感スクリーンとを組み合わせ用いる放射線画像形成方法（放射線写真法）が採用されている。放射線増感スクリーンはX線等の放射線を吸収して可視領域の光を放出するもので、放射線写真フィルムは放射線とともにこの可視光により感光してフィルム上に放射線画像が形成される。増感スクリーンは通常、支持体、蛍光体層および保護膜がこの順に積層された基本構成を有し、蛍光体層は通常、蛍光体粒子とこれを分散状態で含有支持する結合剤とからなる。ただし、蛍光体層としては、蒸着法や焼結法などによって形成される結合剤を含まない蛍光体の凝集体からなるものもある。また、蛍光体層内において蛍光体から発せられる可視光（発光光）の拡散を避けるために、蛍光体層にその蛍光体層を平面方向に沿って細分区画する光反射性隔壁を設けることも知られている。

【0003】さらに近年では、デジタル式ラジオグラフィなどの分野において、ピクセル化された蛍光体スクリーンと二次元の光検出器とを組み合わせた放射線画像検出装置を用いる放射線画像形成方法が提案されている。この方法では、X線等の放射線を画像検出装置の蛍光体スクリーンによって可視光に変換し、次いで可視光を二次元光検出器によって検出して画像情報を有する電気信号に変換し、そして得られた画像情報を有する電気信号を適当な画像再生手段に送って画像化することにより放射線画像を形成する。二次元光検出器としては、フォトダイオード、フォトトランジスタ、光導電素子、電荷転送デバイス（CCD）などが用いられる。

【0004】たとえば、米国特許第5,153,438号明細書には、ピクセル化された蛍光体スクリーンと光検出器アレイとを組み合わせた構成が記載され、スクリーンのピクセルは検出器アレイの受光部のセルと同一のサイズ、形状となるように形成され、一対一で対応している。スクリーンのピクセル化は、蒸着、切込み、アブレーション、化学エッチング等により行われ、各ピクセルの間隙には二酸化チタン等の光反射性物質を充填してもよいことが記載されている。

【0005】また特開平7-198852号公報には、ピクセル化された蛍光体スクリーンと光検出器アレイとの間に光ファイバプレートが設けられた構成が記載さ

れ、検出器アレイのサイズに対して一対一か、あるいはそれ以上のサイズの光ファイバーおよびスクリーンのピクセルを規定している。なお、各ピクセルの間隙にはピクセル内部よりも屈折率が低い材料（例えば、内部の蛍光体とは異なる組成の蛍光体材料）を充填してもよく、これにより光を単一ピクセル内に封じ込めることが記載されている。

【0006】上記の放射線画像検出装置に用いられるピクセル化された蛍光体スクリーンにあっても、少ない放射線照射量で、高い画質（特に高い解像力に結びつく高い鮮鋭度）を持つ放射線画像を与えうるものであることが望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、画質、特に鮮鋭度の優れた放射線画像を与える放射線画像検出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の放射線画像検出装置に用いられる蛍光体スクリーンについて検討した結果、蛍光体スクリーンを、そのスクリーンを平面方向に沿って細分区画する隔壁と該隔壁により区画された蛍光体充填領域とから構成することによりピクセル化し、さらに、隔壁に関しては蛍光体の発光光に対する散乱長を短くして高反射率とし、また吸収長を長くして低吸収率とすることにより、発光光の平面方向への拡散を有効に防いで画像の鮮鋭度を高めるとともに、隔壁による発光光の吸収を極力抑えて発光量の低下を防ぐことができる。一方、蛍光体充填領域に関しては発光光に対する散乱長を長くして高透過率とし、また発光光に対\*

$$T(d) = (\eta - \xi) / (\eta e^{\gamma^2} - \xi e^{-\gamma^2}) \quad \dots (1)$$

ここで、 $\gamma^2 = \beta(\beta + 2\alpha)$

$\xi = (\alpha + \beta - \gamma) / \alpha$

$\eta = (\alpha + \beta + \gamma) / \alpha$

【0012】測定した透過率Tとフィルムの厚さdのデータを上記式(1)に入れて最小二乗法などにより最適化することにより、散乱長 $1/\alpha$ および吸収長 $1/\beta$ を求めることができる。

【0013】本発明の放射線画像検出装置に用いられる蛍光体スクリーンの好ましい態様を以下に記載する。

(1) 蛍光体充填領域が、少なくとも蛍光体と結合剤とからなる蛍光体スクリーン。

(2) 蛍光体充填領域における蛍光体の体積比率が40～95%の範囲にあり、空隙の体積比率が0～20%の範囲にある蛍光体スクリーン。

(3) 隔壁が少なくとも低光吸収性微粒子と高分子物質とからなる蛍光体スクリーン。

(4) 隔壁における低光吸収性微粒子の体積比率が30～90%の範囲にある蛍光体スクリーン。

(5) 低吸収性微粒子の粒子径が0.01～5.0 $\mu$ mの範囲にある蛍光体スクリーン。

\*する吸収長を長くして低吸収率とすることにより、蛍光体スクリーンの放射線照射側表面近くからの（すなわち、光検出器からは遠い）発光光を効率良く取り出せるようにする。このようにすることにより、高画質の放射線画像が得られることを見出した。

【0009】本発明は、放射線を可視光に変換する蛍光体スクリーンと、該蛍光体スクリーンの片側表面に配置された二次元の光検出器とを有する放射線画像検出装置において、該蛍光体スクリーンが、そのスクリーンを平面方向に沿って細分区画する隔壁と該隔壁により区画された蛍光体充填領域とからなり、そして該蛍光体充填領域および該隔壁の該可視光に対する散乱長がそれぞれ20～200 $\mu$ mの範囲および0.05～20 $\mu$ mの範囲にあって、かつその比率が3.0以上であり、また該蛍光体充填領域および該隔壁の可視光（変換により蛍光体から発する可視光）に対する吸収長がそれぞれ1000 $\mu$ m以上であることを特徴とする放射線画像検出装置にある。

【0010】本発明において、可視光に対する散乱長とは、可視光が一回散乱するまでに直進する平均距離を表し、散乱長が短いほど光散乱性が高いことを意味する。そして、可視光に対する吸収長とは、可視光が吸収されるまでの平均自由距離を表しており、吸収長が長いほど光吸収性が低いことを意味する。この光散乱長及び光吸収長は、フィルム試料の厚さdと透過率Tの測定値から、クベルカ(Kubelka)の理論に基づく下記式により算出された値である。

【0011】

【数1】

※(6) 低光吸収性微粒子がアルミナ微粒子である蛍光体スクリーン。

(7) 隔壁が更に空隙を含む蛍光体スクリーン。

(8) 隔壁における空隙の体積比率が10～70%の範囲にある蛍光体スクリーン。

(9) 低光吸収性微粒子と空隙との屈折率比が1.1～3.0の範囲にある蛍光体スクリーン。

(10) 隔壁が更に蛍光体を含む蛍光体スクリーン。

(11) 隔壁が更に可視光を吸収する物質を含む蛍光体スクリーン。

(12) 厚さが50～1500 $\mu$ mの範囲にある蛍光体スクリーン。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の放射線画像検出装置は蛍光体スクリーンと二次元光検出器とを有し、そしてその蛍光体スクリーンは、スクリーンを平面方向に沿って細分区画する特定の光散乱長と光吸収長を有する隔壁と、該隔壁により区画された特定の光散乱長と光吸収長を有する蛍光体充填領域とからなることを特徴とする構成を有するものである。

【0015】上記の隔壁と蛍光体充填領域とからなる蛍光体スクリーンの構成を添付図面を参照しながら説明する。

【0016】図1は、本発明に係る蛍光体スクリーン10を概略的に示す平面図(1)、および平面図(1)におけるI-I線に沿った断面図(2)である。図1の(1)と(2)における黒色部分が隔壁11であり、その黒色部分に囲まれた白色部分が蛍光体充填領域12である。X線など放射線に対する吸収効率を高めるためには、蛍光体スクリーンの厚さは一般に50 $\mu$ m乃至1500 $\mu$ mの範囲にある。好適な分解能特性および画質を得るためには、蛍光体充填領域の幅A(平面方向の幅の平均値)は5 $\mu$ m乃至300 $\mu$ mの範囲にあるのが望ましく、また隔壁の幅Bは0.5 $\mu$ m乃至50 $\mu$ mの範囲にあるのが望ましい。そして、スクリーンの全表面積に対する蛍光体充填領域の面積の比率(開口率)は、40乃至98%の範囲にあるのが望ましい。

【0017】本発明において、上記蛍光体充填領域12は、その蛍光体の発光光に対する散乱長 $1/\alpha_1$ が20乃至200 $\mu$ mの範囲にあり、吸収長 $1/\beta_1$ が1000 $\mu$ m以上である。散乱長が20 $\mu$ mより短いと、スクリーンの放射線照射側表面近くで発光した光がその反対側に設置された光検出器まで到達せず、検出されなくなるため感度が低下する。一方、上記隔壁11は、発光光に対する散乱長 $1/\alpha_2$ が0.05乃至20 $\mu$ mの範囲にあり、吸収長 $1/\beta_2$ が1000 $\mu$ m以上である。散乱長が20 $\mu$ mより長いと、発光光が隔壁を越えて広がってしまい鮮鋭度が低下することになる。また、吸収長がいずれも1000 $\mu$ mより短いと、発光光が吸収されて感度の低下を来す。そして、蛍光体充填領域の散乱長と隔壁の散乱長との比率 $(1/\alpha_1)/(1/\alpha_2)$ は3.0以上である。この比率が3.0より小さいと、蛍光体充填領域内での発光光の閉じ込め効果が不十分となり、鮮鋭度と発光量とのバランスが悪くなる。

【0018】蛍光体充填領域12は、少なくとも蛍光体粒子を分散含有する結合剤からなるのが好ましく、特に好ましくは蛍光体粒子、空隙(空気)および結合剤からなるものである。蛍光体充填領域12において、その全体積に対して蛍光体が占める体積比率は40乃至95%の範囲にあるのが望ましく、また空隙が占める体積比率は0乃至20%の範囲にあるのが望ましい。蛍光体粒子の粒子径は0.1乃至20 $\mu$ mの範囲にあるのが望ましい。

【0019】隔壁11は、少なくとも低光吸収性微粒子とそれを分散含有する高分子物質とからなるのが好ましく、特に好ましくは低光吸収性微粒子、空隙および高分子物質からなる。隔壁11において、その全体積に対して低光吸収性微粒子が占める体積比率は30乃至90%の範囲にあるのが望ましく、また空隙が占める体積比率は、10乃至70%の範囲にあるのが望ましい。低光吸

収性微粒子の粒子径は0.01乃至5.0 $\mu$ mの範囲にあるのが望ましい。低光吸収性微粒子と空隙の屈折率比(低光吸収性微粒子の屈折率/空隙の屈折率)は1.1乃至3.0の範囲にあるのが望ましい。

【0020】本発明においてピクセル化は、図1に示したような隔壁11と蛍光体充填領域12とが交互に配された二次元のストライプ状に限定されるのではなく、その隔壁の形状や位置などは適宜変更することができる。

【0021】図2は、隔壁の形状のバリエーションの例を示す。図2の(1)は、隔壁11が格子状に設けられた二次元のセル化構造を示す。(2)は、円形の蛍光体充填領域12を隔壁11が囲むように形成された二次元セル化構造を示す。

【0022】図1の蛍光体スクリーンでは、隔壁11の頂部と底部はともにスクリーンの両表面に露出していたが、その頂部と底部の両方あるいはいずれか一方がスクリーンに埋没していてもよい。ただし、隔壁の高さは蛍光体スクリーンの厚さの1/3乃至1/1の範囲にあるのが望ましい。

【0023】本発明に係る蛍光体スクリーンは、たとえば以下のようにして製造することができる。蛍光体充填領域が蛍光体と空隙と結合剤とからなり、隔壁が低光吸収性微粒子と空隙と高分子物質とからなる場合を例にとって説明する。

【0024】蛍光体充填領域に用いる蛍光体としては特に制限はなく、CaWO<sub>4</sub>、YTaO<sub>4</sub>、YTbO<sub>4</sub>、Nb、LaOBr:Tm、BaSO<sub>4</sub>:Pb、ZnS:Ag、BaSO<sub>4</sub>:Eu、YTbO<sub>4</sub>:Tm、BaFCl:Eu、BaF(Br, I):Eu、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、La<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、(Y, Gd)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tbまたは(Y, Gd)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb、Tmなどの公知の蛍光体を、単独であるいは組み合わせて用いることができる。

【0025】結合剤としては、たとえばゼラチン等の蛋白質、デキストラン等のポリサッカライド、またはアラビアゴムのような天然高分子物質;および、ポリビニルブチラール、ポリ酢酸ビニル、ニトロセルロース、エチルセルロース、塩化ビニリデン・塩化ビニルコポリマー、ポリアルキル(メタ)アクリレート、塩化ビニル・酢酸ビニルコポリマー、ポリウレタン、セルロースアセテートブチレート、ポリビニルアルコール、線状ポリエステル、熱可塑性エラストマーなどのような合成高分子物質を挙げることができる。なお、これらの結合剤は架橋剤によって架橋されたものであってもよい。

【0026】まず、上記蛍光体の粒子および結合剤を溶剤に加え、これを十分に混合して、蛍光体充填領域形成用の塗布液を調製する。塗布液調製用の溶剤の例としては、メタノール、エタノール、n-プロパノール、n-ブタノール等の低級アルコール;メチレンクロライド、

エチレンクロライドなどの塩素原子含有炭化水素；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンなどのケトン；酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチルなどの低級脂肪酸と低級アルコールとのエステル；ジオキサン、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテル、テトラヒドロフランなどのエーテル；そして、それらの混合物を挙げることができる。

【0027】塗布液における結合剤と蛍光体との混合比は、目的とする蛍光体スクリーンの特性、蛍光体の種類などによっても異なるが、一般には、1：1乃至1：100（重量比）の範囲から選ばれ、そして特に1：8乃至1：40（重量比）の範囲から選ぶのが好ましい。なお、塗布液には、該塗布液中における蛍光体の分散性を向上させるための分散剤や、形成後における結合剤と蛍光体との間の結合力を向上させるための可塑剤などの種々の添加剤が混合されていてもよい。

【0028】一方、隔壁に用いる低光吸収性微粒子の例としては、酸化アルミニウム（アルミナ）、酸化ガドリニウム、酸化チタン、酸化テルルなど無機物の微粒子を挙げることができる。また、上記蛍光体の微粒子を用いることもできる。これらのうちで特に好ましいのはアルミナである。隔壁の光散乱長を前記範囲とするためには、低光吸収性微粒子の粒子径は一般に0.01乃至0.5 $\mu$ mの範囲にあるのが望ましく、また低光吸収性微粒子と空隙の屈折率比は1.1乃至3.0の範囲にあるのが望ましい。

【0029】高分子物質（結合剤樹脂）については、特段の制限はなく前記蛍光体充填領域の結合剤として挙げたものの中から任意に選択して用いることができる。隔壁の光散乱長を短くするためには、上記低光吸収性微粒子と高分子物質の屈折率比も1.1乃至3.0の範囲にあることが望ましく、そのような好ましい高分子物質の例としては、ポリウレタン、ポリアクリル、ポリエチレン、ポリスチレン、およびフッ素系樹脂を挙げることができる。

【0030】上記の低光吸収性微粒子および高分子物質を溶剤に加え、これを十分に混合して、隔壁形成用の塗布液を調製する。塗布液調製用の溶剤としては、前述の蛍光体充填領域形成用塗布液に用いる溶剤の中から任意に選択して用いることができる。塗布液における高分子物質と低光吸収性微粒子との混合比は、目的とする蛍光体スクリーンの特性、低光吸収性微粒子の種類などによっても異なるが、一般には1：80乃至1：3（重量比）の範囲から選ばれ、そして特に1：20乃至1：10（重量比）の範囲から選ぶのが好ましい。

【0031】本発明に係る蛍光体スクリーンは、たとえば、上記の蛍光体充填領域形成用塗布液および隔壁形成用塗布液をそれぞれ塗布、乾燥して多数の薄膜のシートを形成した後、得られた蛍光体充填領域用シートと隔壁

用シートとを交互に積層し、加熱密着して積層体のブロックを形成し、次いでこれを垂直方向に裁断することにより、一次元ストライプ状の蛍光体スクリーンを製造することができる。さらには、この積層体のブロックを垂直方向に薄く裁断して多数の薄膜のシートを得た後、得られた一次元ストライプ状のシートと隔壁用シートとを交互に積層し、加熱密着して再度積層体のブロックを形成し、次いでこの積層体のブロックを垂直方向に裁断することにより、二次元格子状の蛍光体スクリーンを製造することができる。

【0032】あるいは、上記隔壁形成用塗布液を用いて塗布形成したシートに、ドライエッチング等のリソグラフィを利用してエッチング処理をして多数の凹部（穴）もしくは透孔を形成してハニカム状のシートとした後、その凹部もしくは透孔に上記蛍光体充填領域形成用の塗布液を塗布充填し、次いで、その塗布充填部分を乾燥させることにより製造することができる。あるいはまた、低光吸収性微粒子を熱硬化型ポリマーに分散させハニカム状とした後、これを蛍光体を含有する可塑性のシートに押し込んで蛍光体スクリーンを製造することもできる。このハニカム体の押し込みの際には、加熱および/または加圧操作を行ってもよい。

【0033】蛍光体充填領域および隔壁中における空隙の比率は、塗布液を塗布乾燥した後カレンダー処理して加熱圧縮することなどにより、所望の値に調整することができる。なお、蛍光体充填領域および隔壁はそれぞれ、必ずしも結合剤や高分子物質を含んでいる必要はなく、その場合には低光吸収性微粒子の焼成や蒸着によりハニカム状のシートを製造する方法や、ハニカム状のシートの凹部もしくは透孔に蛍光体の原料を充填してこれを焼成する方法、あるいはハニカム状シートの凹部もしくは透孔が設けられた表面に蛍光体を蒸着させる方法を利用することもできる。

【0034】また、前記散乱長および吸収長を示す限りにおいて蛍光体充填領域には空隙が存在しなくてもよい。同様に、隔壁においても必ずしも空隙が存在する必要はなく、低光吸収性微粒子と高分子物質のみから構成されていてもよいし、あるいは空隙の代わりにシリコンオイルやフッ素化合物などの常温液体有機物質が含有されていてもよい。隔壁にはさらに、発光量を増加させる目的で蛍光体が含有されていてもよいし、あるいは画像の鮮鋭度向上の目的で発光光を吸収するような物質が含有されていてもよい。光吸収性物質としては、たとえば群青など青色乃至緑色の色素を用いることができる。

【0035】このようにして製造される蛍光体スクリーンは、特に支持体や保護膜を備えている必要はないが、蛍光体スクリーンの搬送や取扱い上の便宜や特性変化の回避のために、支持体および/または保護膜を備えていてもよい。また、感度を高めるために、スクリーンの片側（支持体を設ける場合にはスクリーンと支持体との

間)に光反射層を備えていてもよい。

【0036】支持体は通常、樹脂材料からなる厚さが50 $\mu$ m乃至1mmのシートあるいはフィルムである。この支持体は、透明であってもよく、あるいは支持体に光反射性材料(例、二酸化チタン粒子、硫酸バリウム粒子)を充填してもよく、あるいは空隙を設けてもよい。あるいは、支持体に光吸収性材料(例、カーボンブラック)を充填してもよい。そのような樹脂材料としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、アラミド樹脂、ポリイミド樹脂などの各種樹脂材料を挙げることができる。また必要に応じて、支持体は、金属シート、セラミックシート、ガラスシートなどの樹脂材料製シート以外のシート状物であってもよい。支持体の上側表面(スクリーンと接する側の表面)には、光反射層、光吸収層、接着層、導電層などの補助機能層を設けてもよく、また支持体表面には多数の凹部を形成してもよい。

【0037】保護膜は、別に形成したプラスチックフィルムを蛍光体スクリーンの表面に接着剤を用いて接着するか、保護膜材料溶液をスクリーンの表面に塗布し、ついて乾燥する方法などを利用して、スクリーン上に付設することができる。保護膜中には、放射線画像の画質を向上させるために酸化チタン等の高い光屈折率を示す光散乱性微粒子を添加してもよいし、あるいは帯電防止剤など公知の各種の保護膜用添加剤を添加してもよい。保護膜を形成するために用いられる樹脂材料については、特段の制限はないが、ポリエチレンテレフタレートやポリエチレンナフタレートなどのポリエステル樹脂、セルローストリアセテートなどのセルロースエステル誘導体、ポリオレフィン樹脂、ポリアミド樹脂、アラミド樹脂、フッ素樹脂などが好ましく用いられる。保護膜の厚さは通常30 $\mu$ m以下、好ましくは1 $\mu$ m乃至15 $\mu$ mであり、さらに好ましくは5 $\mu$ m乃至12 $\mu$ mである。

【0038】本発明に係る二次元の光検出器としては、フォトダイオード、フォトトランジスタ、光導電素子、および電荷転送デバイス(CCD)などを用いることができる。特に好ましくは、フォトダイオードと薄膜トランジスタが積層されてなる組合せである。光検出器の材料としては、非晶質シリコン、単結晶シリコン、テルル化カドミウム、および銅インジウムジセレン化物などを挙げることができる。また、光検出器のピクセルのサイズと蛍光体スクリーンの蛍光体充填領域のサイズとは、表面積比で1:1~10:1の範囲にあることが好ましい。

【0039】本発明の放射線画像検出装置は、たとえば図3に示すような構成をとることができる。図3は、本発明の放射線画像検出装置の代表的な例を概略的に示す断面図である。図3において、放射線画像検出装置は蛍光体スクリーン10、二次元光検出器20、基板30、および筐体40からなる。基板30の上に順に二次元光

検出器20および蛍光体スクリーン10が積層され、そしてその積層物は筐体40の中に設置される。

【0040】基板30の材料としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、アラミド樹脂、ポリイミド樹脂など各種の樹脂、金属、セラミック、ガラスなどを挙げることができる。

【0041】筐体40は、蛍光体スクリーンおよび二次元光検出器が検出対象外の放射線や光に反応してノイズが発生するのを防ぐために、X線等の放射線および光に対して遮蔽性の材料、たとえば鉛で作られている。ただし、被写体を透過したまたは被検体から発せられた放射線が蛍光体スクリーンに入射するように、筐体のスクリーン側の面のみ、放射線透過性とされる。

【0042】

【実施例】[実施例1]

(1) 蛍光体充填領域用シートの作製

BaFBr:Eu蛍光体粒子(粒子径:5.0 $\mu$ m)と熱可逆性高分子量ポリエステル樹脂(結合剤)とを5/1の重量比でメチルエチルケトンに加え、プロペラミキサで分散させて、粘度が30PS(25℃)の塗布液を調製した。これを塗布機を用いて塗布、乾燥して、塗布膜を得た。得られた塗布膜をカレンダー処理により加熱圧縮してその空隙率を低減し、厚さ20~100 $\mu$ mの蛍光体充填領域用シート(蛍光体の体積率:52%、空隙の体積率:3%)を多数形成した。

【0043】(2) 隔壁用シートの作製

アルミナ微粒子(粒子径:1.0 $\mu$ m)と高分子量アクリル樹脂とを15/1の重量比でメチルエチルケトンに加え、プロペラミキサで分散させて粘度が30PS(25℃)の塗布液を調製した。この塗布液を塗布機を用いて塗布、乾燥して、厚さ10~30 $\mu$ mの隔壁用シート(アルミナ微粒子の体積率:51%、空隙の体積率:38%、アルミナ微粒子と空隙の屈折率比:1.76)を多数形成した。

【0044】(3) 蛍光体スクリーンの作製

上記の蛍光体充填領域用シート(厚さ:100 $\mu$ m)と隔壁用シート(厚さ:10 $\mu$ m)とを交互に360枚積層した後、加熱密着して積層体のブロックを形成した。この積層体ブロックを広幅マイクロームを用いてスライスして、一次元ストライプ状の隔壁を有する蛍光体スクリーン(厚さ:280 $\mu$ m、450 $\mu$ mおよび860 $\mu$ m)を得た。

【0045】[比較例1] 実施例1において(1) 蛍光体充填領域用シートの作製と同様の処理を行なうことにより、隔壁のない蛍光体スクリーン(厚さ:448 $\mu$ m及び678 $\mu$ m)を得た。

【0046】[放射線画像検出装置の性能評価] 実施例1で得られた蛍光体スクリーンの蛍光体充填領域部分および隔壁部分について、分光光度計を用いて発光波長として代表的な400nmにおける透過率を測定し、その

透過率より前述のクベルカの理論に基づいて光散乱長および光吸収長を算出した。実施例1の蛍光体スクリーンの蛍光体充填領域の散乱長は66 $\mu$ mであり、隔壁の散乱長は4 $\mu$ mであった。また蛍光体充填領域および隔壁ともに光の吸収が殆ど見られず、吸収長はいずれも1000 $\mu$ m以上であった。

【0047】得られた各蛍光体スクリーンを、非晶質シリコンで作られたフォトダイオードと薄膜トランジスタの積層体からなる二次元光検出器のフォトダイオード側表面に、密着状態で重ね合わせて放射線画像検出装置を\*10

表1

	厚さ ( $\mu$ m)	発光量	鮮鋭度 (CTF(1))
実施例1	280	105	82
	450	133	75
	860	157	54
比較例1	448	100	60
	678	108	45

【0049】図4は、実施例1および比較例1の蛍光体スクリーンについて、発光量と鮮鋭度(CTF(1))との関係を示すグラフである。線1(黒丸)は実施例1、線2(黒四角)は比較例1を表す。

【0050】表1および図4の結果から明らかなように、特定の光散乱長および光吸収長を有するピクセル化された蛍光体スクリーン(実施例1)を用いた本発明の放射線画像検出装置は、従来のピクセル化されていない蛍光体スクリーン(比較例1)を用いた放射線画像検出装置と比較して、発光量および鮮鋭度の両者において顕著に高い値を示した。すなわち、本発明の放射線画像検出装置は、発光量を従来と同一とした場合に、鮮鋭度の極めて高い、高画質の放射線画像を与えることができる。

【0051】

【発明の効果】本発明のピクセル化された蛍光体スクリーンを用いた放射線画像検出装置によれば、発光光に対して短散乱長および長吸収長の隔壁と、長散乱長および長吸収長の蛍光体充填領域とを組み合わせることにより、発光光の平面方向への拡散を有効に防いで高鮮鋭度の放射線画像を実現するとともに、隔壁による発光光の吸収を減らし、そしてスクリーンの放射線照射側からの発光光を効率良く取り出して、総合的に発光光の検出効率を顕著に高めることができる。さらに、スクリーンの※

\*構成した(図3参照)。この放射線画像検出装置の蛍光体スクリーン側に管電圧80kVp、80mAのX線(線量10mR)を照射して、光検出器より得られた信号の強度を発光量(相対値)とした。また、蛍光体スクリーンの表面にCTFチャートを載せ、上記と同様にしてX線撮影を行い、得られた画像データから鮮鋭度(1lpにおけるCTF)を求め、これにより画質を評価した。結果をそれぞれ表1と図4に示す。

【0048】

【表1】

※厚さを厚くすることにより、X線など放射線の吸収を高めてより一層高画質の画像を実現することができる。このため、特に医療用ラジオグラフィーや電子顕微鏡用の記録媒体、あるいはその他の放射線記録媒体として使用した場合に、本発明の蛍光体スクリーンは有利となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(1)は、本発明に係る蛍光体スクリーンの構成を示す概略平面図であり、(2)は、(1)のI-I線に沿った断面図である。

【図2】(1)および(2)はそれぞれ、本発明に係る蛍光体スクリーンを構成する隔壁と蛍光体充填領域との組合せの異なる態様を模式的に示す平面図である。

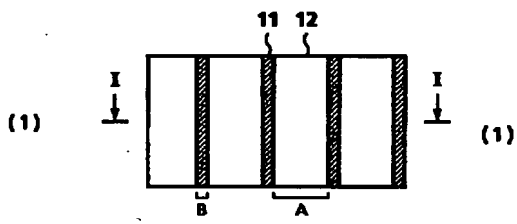
【図3】本発明の放射線画像検出装置を模式的に示す断面図である。

【図4】蛍光体スクリーンの発光量と鮮鋭度[CTF(1)]との関係を示すグラフである。

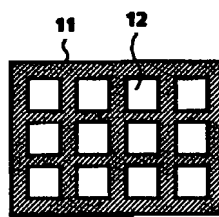
【符号の説明】

- 10 蛍光体スクリーン
- 11 隔壁
- 12 蛍光体充填領域
- 20 二次元光検出器
- 30 基板
- 40 筐体

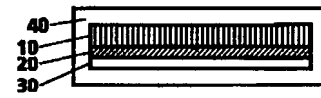
【図1】



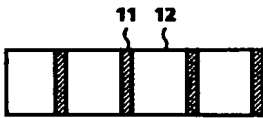
【図2】



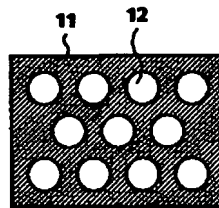
【図3】



(2)



(2)



【図4】

